水利工程运行安全隐患分析及运维管理优化研究

李东亮
武安市城东供水有限公司　河北　武安　056300

摘　要：水利工程是区域防洪、供水及灌溉保障的重要基础设施，长期运行过程中易受结构老化、设备损耗、自然环境及人为管理等因素影响，滋生各类安全隐患。为有效防控工程运行风险，提升运维管理质效，本文系统梳理水利工程运行安全相关理论，从工程结构、机电设备、自然环境、人为操作四个维度识别各类安全隐患。结合基层运维实际，剖析管理制度、技术手段、人员能力及隐患闭环管控方面的现存问题，针对性构建适配基层水利工程的运维优化体系，提出制度完善、智能升级、隐患闭环、人才建设等优化策略，可为水利工程安全稳定运行与精细化运维管理提供实践参考。

关键词：水利工程；运行安全；安全隐患；运维管理；优化策略

引言：随着我国水利基础设施体系不断完善，大量中小型水利工程长期投入常态化运行，工程服役年限逐年增加，结构老化、设备故障等问题日益突出。极端天气频发也进一步加剧了工程运行安全压力，传统粗放的运维管理模式已难以适配现阶段安全管控需求。在此背景下，开展水利工程运行安全隐患梳理与运维管理优化研究，能够有效补齐基层运维短板，对保障水利工程安全运行、夯实区域水安全保障体系具有重要现实意义。

1 水利工程运行安全与运维管理相关理论基础

1.1 水利工程运行安全核心概念界定

水利工程运行安全是工程服役阶段的核心管控内容，区别于施工建设安全，主要指水库、堤防、渠道、水闸等各类水利工程，在长期投用过程中抵御自然风险、规避设备故障、防范人为失误，持续保持稳定、合规运行的状态。其核心目标是保障工程结构完整、设备运转正常、调度运行规范，避免出现溃坝、渗漏、设备失效等安全事故，同时保障流域防洪、供水、灌溉、发电等功能正常发挥。运行安全贯穿工程全服役周期，涵盖结构安全、设备安全、运行调度安全及环境安全多个维度，是水利工程发挥社会效益和经济效益的基础前提。

1.2 水利工程运维管理体系内涵与特征

水利工程运维管理体系是围绕工程常态化运行、检修、养护、隐患治理搭建的综合性管理系统，涵盖制度、人员、设备、技术、监督等多项内容，是保障工程安全运行的核心载体。该体系主要包含日常巡查、设备养护、隐患排查、故障处置、应急调度等核心工作。相较于其他工程管理体系，水利运维具备长期性、动态性、公益性及风险性特征，受水文季节变化、自然灾害影响较大，工作内容随工程老化、环境变化持续变动，且管理成效直接关系区域公共安全与民生保障。

1.3 运维管理优化的核心原则

水利工程运维管理优化需贴合工程运行实际，遵循三大核心原则。（1）安全优先原则，将隐患防控、风险治理作为优化核心，所有运维措施均以规避安全事故、保障工程稳定运行为首要目标。（2）实效适配原则，结合工程类型、运行年限、区域水文特点制定差异化运维方案，杜绝同质化、形式化管理模式。（3）闭环管控原则，构建排查、整改、复核、归档的全流程管理机制，实现安全隐患动态清零，持续提升水利工程运维管理的规范化、精细化水平[1]。

2 水利工程运行主要安全隐患识别与分类

2.1 工程实体结构安全隐患

工程实体结构长期受水流冲刷、温差变化、土体沉降等自然因素影响，易产生各类结构性隐患，多具有隐蔽性、累积性特征。（1）坝体与堤防隐患，多数中小型水利工程服役年限较长，坝体内部易出现渗透变形、空洞、裂缝等问题，坝坡土体松散、抗冲刷能力下降，汛期高水位状态下易发生渗漏、管涌甚至滑坡险情。部分堤防存在填筑压实度不足、堤基透水层未彻底处理问题，长期浸泡后会出现堤身沉降、开裂等病害。（2）渠道与护岸隐患，输水渠道边坡常年受水流侵蚀、干湿交替影响，普遍存在边坡坍塌、衬砌破损、渠道淤积等隐患，破损衬砌会进一步加剧水流冲刷，扩大结构破损范围。河道护岸砌体松动、脱落、掏空问题频发，无法有效抵御洪水冲击。（3）闸门及附属结构隐患，闸体混凝土表层风化、剥蚀、钢筋锈蚀严重，结构承载力持续下降，闸门支座、止水结构老化失效，易出现漏水、卡阻等问题，直接影响工程挡水、控水安全性。

2.2 机电设备运行安全隐患

机电设备老化、维护不到位、配件缺失是主要安全隐患来源。（1）启闭设备隐患，卷扬机、螺杆启闭机等核心设备长期高频运行，齿轮、轴承、钢丝绳等零部件磨损老化，润滑系统失效，易出现启闭卡顿、限位失灵、设备过载故障，极端情况下会引发闸门失控坠落事故。（2）监测监控设备隐患，水位、雨量、渗压等监测仪器长期露天布设，受潮湿、雷击、粉尘影响，出现传感器失灵、数据传输中断、监测精度偏差等问题，无法实时反馈工程运行状态。（3）供电与控制系统隐患，部分工程配电线路老化、绝缘层破损，配电箱受潮锈蚀，存在短路、漏电风险。自动化控制系统软硬件老化，程序卡顿、应急切换失效，突发工况下无法快速响应调度需求。

2.3 水文环境与自然灾害引发的安全隐患

水利工程露天运行的特性，使其极易受极端自然环境与水文变化影响，突发性安全风险突出。（1）极端水文风险，汛期短时强降雨导致河道水位暴涨、洪峰流量激增，超出工程常规承载标准，易造成漫坝、溢洪道超负荷运行等险情。枯水期水位骤降，坝体、堤防土体水分流失，易产生干缩裂缝，降低结构稳定性。（2）气象地质灾害风险，暴雨、大风、雷电等天气易引发设备损毁、结构受损问题，山区水利工程还面临山体滑坡、泥石流冲击威胁，易堵塞渠道、损毁护岸结构。（3）环境侵蚀风险，长期雨水冲刷、冻融循环、水体酸碱腐蚀，会持续破坏工程混凝土结构与金属设备，加速设备老化、结构破损，形成持续性安全隐患。

2.4 人为操作与应急处置环节安全隐患

人为管理、操作及应急处置不规范，是水利工程运行安全事故的主要诱发因素。（1）日常操作不规范，部分运维人员未严格按照操作规程开展闸门启闭、设备巡检、水位调度等工作，存在违规操作、盲目调度行为，易引发设备故障与工程运行风险。（2）日常巡检缺位，巡检工作流于形式，对隐蔽性隐患排查不全面、不细致，早期微小病害未能及时发现处置，长期累积演变为重大安全隐患。（3）应急处置能力不足，运维人员缺乏系统应急演练，面对洪水漫溢、设备故障、结构渗漏等突发险情时，存在处置流程不熟悉、应急操作不规范、响应不及时等问题，极易扩大险情影响范围，造成安全事故[2]。

3 水利工程安全隐患成因及运维管理现存问题

结合水利工程实际运行管理情况来看，各类安全隐患的滋生与累积，主要源于运维管理体系存在的多重短板，具体可归纳为四个方面。（1）管理制度体系不完善，管控机制相对滞后，现有运维管理制度多为通用性条款，未结合不同类型、不同服役年限水利工程的工况特点细化细则，责任划分模糊，岗位监督机制不健全，日常运维工作缺乏刚性约束，部分老旧工程存在管理盲区，导致隐患管控缺乏制度支撑。（2）运维技术手段传统，智能化水平偏低，多数基层水利管理单位仍依靠人工巡查、肉眼排查的传统方式开展运维工作，自动化监测、智能预警、信息化管控设备覆盖率较低，无法精准捕捉结构微小形变、设备隐性故障等隐蔽隐患，运维工作精准度与时效性较差。（3）运维人员专业能力薄弱，安全意识不足，基层运维队伍人员结构老化，专业技术人才储备不足，多数人员缺乏系统的水利运维专业培训，对新型设备操作、隐患识别、风险研判能力不足，日常巡检敷衍疏漏，对潜在安全风险重视程度不够。（4）隐患管控闭环机制缺失，现有隐患排查工作缺乏常态化、动态化管理流程，存在排查不全面、整改不彻底、复查不到位的问题，隐患台账管理不规范，未形成排查、登记、整改、复核、销号的完整闭环，导致各类安全隐患反复出现、持续累积[3]。

4 水利工程运维管理优化策略体系构建

4.1 健全规范化运维管理制度与责任体系

针对当前水利运维管理制度笼统、责任模糊、管控滞后的问题，需结合不同工程类型、服役年限、运行工况，搭建精细化、适配性强的常态化管理制度体系，消除管理盲区与制度漏洞。（1）细化分级运维管理制度，摒弃通用化管理条款，针对水库、堤防、渠道、水闸等不同水利工程，制定差异化的巡检标准、养护规范、设备管理细则与隐患处置标准，明确日常运维、汛期管控、枯水期养护、老旧工程专项管护的具体工作要求，让各项运维工作有章可循、有据可依。（2）落实全员岗位责任机制，构建“一岗双责、层层落实”的责任体系，明确管理岗位、巡检岗位、设备操作岗位、应急岗位的具体职责与工作权限，细化岗位考核标准，将运维工作质量、隐患排查成效、问题整改情况纳入绩效考核，杜绝推诿扯皮、履职缺位等问题。（3）完善常态化监督考核机制，建立运维工作定期督查、随机抽查制度，对日常巡检记录、设备养护台账、隐患整改资料进行常态化核查，对违规操作、履职不力、工作流于形式的岗位及人员落实问责机制，倒逼运维管理工作规范化落地。

4.2 搭建智能化运维监测与风险预警系统

针对传统人工运维精度低、滞后性强、隐蔽隐患难

排查的短板，依托信息化、智能化技术升级运维手段，构建全方位、动态化的智能运维管控体系，提升隐患识别与风险防控能力。（1）完善智能监测硬件布设，在坝体、堤防、渠道重点段落及机电设备关键部位，加装渗压监测、沉降监测、位移监测、水位雨量监测、设备运行状态监测等智能传感器，补齐老旧工程监测设备短板，实现工程结构、水文数据、设备工况的24小时不间断采集，精准捕捉微小形变、隐性渗漏等人工难以识别的隐患。（2）搭建一体化信息化运维平台，整合监测数据、巡检记录、设备档案、隐患台账、整改信息，实现运维数据统一汇总、实时共享、智能分析，替代传统纸质台账管理模式，提升运维数据整理、统计、调取的效率与准确性。（3）构建分级风险预警机制，依托平台数据分析功能，设置洪水风险、结构破损、设备故障等多级预警阈值，系统可根据实时数据自动触发预警提示，管理人员可依据预警等级快速采取处置措施，实现风险提前预判、提前干预，从源头降低安全事故发生概率。

4.3 完善隐患排查、整改与动态管控机制

围绕隐患排查不全面、整改不彻底、管控无闭环的核心问题，建立常态化、动态化、闭环式的隐患管控体系，实现安全隐患动态清零。（1）优化常态化隐患排查模式，制定日巡查、周排查、月复盘的分级排查制度，日常巡查聚焦设备运行、表面结构破损等显性隐患，定期排查重点深挖结构内部渗漏、地基沉降、设备隐性损耗等隐蔽性隐患，做到隐患排查无死角、无遗漏。（2）落实隐患分级整改制度，对排查出的安全隐患按照一般、较大、重大风险等级分类建档，建立隐患台账，明确整改责任人、整改措施与整改时限，一般隐患立行立改，较大隐患限期整改并安排专人跟踪督办，重大隐患立即停工停运、布设防护措施并上报主管部门专项处置。（3）健全隐患闭环管控流程，构建“排查登记、分级研判、专项整改、复核验收、归档销号”的全流程闭环管理模式，整改完成后安排专业人员现场复核，验收合格后方可销号，未达标隐患持续督办整改。

4.4 强化运维人才队伍建设与常态化培训机制

针对基层运维人员专业能力不足、安全意识薄弱、新型技术适配能力差的问题，全方位夯实人才队伍基础，提升整体运维管理水平。（1）优化人才队伍结构，结合基层水利运维工作需求，引进水利工程、信息化管理、机电设备运维等专业技术人才，补充新鲜血液，。（2）建立常态化专项培训体系，定期组织开展专业技能培训，内容涵盖工程结构隐患识别、机电设备规范操作、智能监测系统运用、汛期应急处置、隐患整改规范等实操内容，摒弃形式化培训，以现场实操、案例讲解、技术答疑为主，切实提升人员实操能力。（3）强化安全意识与应急能力建设，定期开展安全警示教育，结合各地水利运维安全事故案例，强化工作人员风险防控意识，杜绝违规操作、懈怠履职等问题。常态化组织应急演练，模拟洪水险情、设备故障、结构渗漏等突发场景，提升人员应急响应、现场处置、协同配合能力[4]。

结束语：本文系统完成水利工程运行安全隐患的分类识别，明确了结构、设备、环境及人为四类风险诱因，梳理当前运维管理在制度、技术、人员、管控机制方面的突出问题。立足基层水利运行管理实际，针对性搭建全方位的运维优化体系，通过完善管理制度、升级智能运维、落实隐患闭环、强化人才建设等举措，可有效提升工程风险防控能力。

参考文献

[1]巩克强,陈霞,陆国良,等.水利工程智慧化运行管理平台构建及应用研究[J].安家,2026,(7):0253-0255.

[2]孙威,代子丹.智能化技术在水利工程运行管理中的应用研究[J].新潮电子,2026,(10):100-102.

[3]徐书洋,卓南,徐楠,等.水利工程运行管理体系优化路径研究[J].中文科技期刊数据库（全文版）工程技术,2026,(7):025-028.

[4]周子靖.水利工程运行管理中的安全隐患及预防措施[J].价值工程,2025,44(18):24-26.